

УДК 631.82: 631.425: 631.438

**ВЛИЯНИЕ ДОЗ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И ВОДНОГО РЕЖИМА  
ПОЙМЕННОЙ ТОРФЯНОЙ ПОЧВЫ НА НАКОПЛЕНИЕ  
РАДИОНУКЛИДОВ МНОГОЛЕТНИМИ ТРАВАМИ**

**А.Ф. Веренич**, кандидат сельскохозяйственных наук

**Н.А. Бобровский**, старший научный сотрудник  
Институт мелиорации и луговодства НАН Беларуси

**А.А. Зайцев**, кандидат технических наук

**Л.Н. Шашко**, зав. сектором  
Брестский филиал РНИУП «Институт радиологии»

**Ключевые слова:** радионуклиды, многолетние травы, затопление, урожайность

**Введение**

Для социально-экономического развития Белорусского Полесья необходимо восстановить эффективность сельскохозяйственного производства на мелиорированных и естественных пойменных землях, как наиболее пострадавших от двух деструктивных факторов: от аварии на ЧАЭС и в результате общего экономического спада. За прошедшие после аварии годы разработаны технологии ведения сельскохозяйственного производства, создана нормативная база по всем направлениям работ. Реализация адаптированных технологий и способов ведения сельскохозяйственного производства, внедрение комплекса защитных мер, обеспечивающих снижение дозовых нагрузок на население и получение высоких урожаев нормативно чистой продукции, – одна из наиболее сложных задач постчернобыльского периода и необходимых условий продовольственной безопасности Республики Беларусь.

Основой для радиационно-экологической реабилитации мелиорированных и естественных пойменных земель служит обоснованная методология восстановления безопасных для проживания, хозяйственной деятельности и природопользования параметров окружающей среды, а ключевым звеном является точный расчет материальных затрат и наивысший приоритет – жизнь, здоровье и благосостояние человека.

**Методика эксперимента**

Опыты проводились на полевом стационаре объекта «Ямно» Пинского района (Припятский пойменный почвенно-мелиоративный стационар).

Опытные площадки заложены на естественной неосушенной пойме р. Стырь, на участке без обработки почвы с 1981 г. и на чеках, где проводились эксперименты: без затопления, затопление на 5 суток, подтопление на 5 суток.

Исследования проводились при уровнях минерального питания:  $P_{45}K_{120}$  (фон) и  $N_{75}$ ,  $N_{90}$  и  $N_{180}$ .

Почва опытного участка аллювиальная торфяная, развивающаяся на древесно-осоковых торфах, подстилаемых с глубины около 0,5-0,6 м мелкозернистым песком с начальным уровнем загрязнения (в год аварии на ЧАЭС) до 370 кБк/м<sup>2</sup>. Перед закладкой опыта содержание радиоцезия в почве не превышало 111 кБк/м<sup>2</sup>. Агрохимические показатели корнеобитаемого слоя почвы следующие: рН в КС1 6,5; гидролитическая кислотность 52 м.экв на 100 г почвы; содержание подвижного фосфора 385-456 мг/кг почвы; обменного калия 131-150 мг; зольность верхнего горизонта 22,8%.

Использование травостоев – двух- и трехукосное. Исследования проводились при уровнях минерального питания: P<sub>45</sub>K<sub>120</sub> (фон) и N<sub>75</sub>, N<sub>90</sub> и N<sub>180</sub> согласно программе исследований.

Минеральные удобрения на чеках при регулируемом затоплении и на контроле вносились весной в норме P<sub>45</sub>K<sub>60</sub>, N<sub>45</sub>P<sub>45</sub>K<sub>60</sub>. Летом под 2-й укос – N<sub>45</sub>K<sub>60</sub>. Под 3-й укос – N<sub>90</sub>. Повторность опыта трехкратная. Учет урожая трав проводился методом учетной делянки в период сенокосной спелости 1 укоса, в июле – второй укос (при трехукосном использовании) и в начале сентября – 2 укос, в середине сентября – 3 укос с отборами пробного снопа изучаемых видов многолетних трав в каждый из сроков отчуждения травостоев.

В испытание были включены следующие виды многолетних трав: тимopheевка луговая, кострец безостый, двухкосточник тростниковый, лисохвост луговой, овсяница луговая, клевер луговой, клевер гибридный, клевер ползучий, полевица белая и мятлики луговой и болотный. Исследовались травостои разных лет использования при различном водном режиме пойменной торфяной почвы.

Анализ содержания в растениях Cs-137 проводился методом спектрометрии в радиологической лаборатории Брестского филиала РНИУП «Институт радиологии». Выполнение полевых работ и наблюдений, лабораторный анализ и обработка экспериментальных материалов проводились в соответствии с действующими инструкциями и методическими указаниями.

### ***Результаты исследований***

Чернобыльская авария вызвала острую необходимость экологической реабилитации загрязненных территорий до безопасных для проживания и хозяйственной деятельности параметров среды обитания. За прошедшие после аварии 20 лет научными учреждениями разработаны, разрабатываются и внедряются технологии ведения сельского хозяйства в условиях радиоактивного загрязнения.

К настоящему времени, несмотря на принятые меры по выполнению Государственной программы Республики Беларусь по минимизации последствий катастрофы на ЧАЭС, проблемы, порожденные аварией, на Белорусском Полесье в ряде случаев обострились и требуют своего решения. Низкая эффективность традиционных мер реабили-

тации обусловлена в первую очередь природными почвенно-климатическими условиями региона. Песчано-болотные, так называемые «полесские» ландшафты, занимают чуть больше 30%, 14 из них приходится на пойму реки Припяти и нижних течений ее наиболее крупных притоков, а 56% составляют водно-ледниковые равнины, моренные гряды и песчаные террасы. Особенностью формирования почв является преобладание рыхлых почвообразующих пород, среди которых пески составляют 44% от площади Полесья и до 60% – от площади минеральных почв. Большая доля (65%) переувлажненных почв, из которых 25 – торфяно-болотные разной степени мощности торфяного слоя, 40 – дерново-подзолистые (30%) и дерновые заболачиваемые (10%). Дерновые заболачиваемые почвы Полесья преимущественно грунтового увлажнения с выпотным водным режимом, развиваются они на рыхлых породах, главным образом, на озерно-ледниковых мелкозернистых песках, более чем на 95% состоящих из кварца. Они имеют низкое содержание высокодисперсных слюдяных и глинистых минералов. В торфяно-болотных почвах в составе органического вещества фульвокислоты преобладают над гуминовыми кислотами. Коэффициент увлажнения почв региона (средний за год) близок к единице, в теплый период нередко составляет 0,5-0,6, что свидетельствует о наличии периодически атмосферной засухи.

Проведенная в регионе Полесья интенсивная гидротехническая мелиорация почв гидроморфного ряда по созданию благоприятных условий для возделывания сельскохозяйственных культур в настоящее время не в состоянии обеспечить нормальный гидрологический режим на мелиорированных землях в условиях радиоактивного загрязнения. Научные исследования подтверждают, что гидромелиорация почв является мощным средством снижения поступления радионуклидов в сельскохозяйственную продукцию по отношению к другим агротехническим мероприятиям. Однако низкий уровень реализации мелиоративных мероприятий обусловлен тем, что более половины мелиоративных систем на ранее осушенных землях имеют срок службы более 30 лет и эти земли подвержены переувлажнению, вторичному заболачиванию и развитию деградационных процессов.

Загрязнение радионуклидами значительной части Белорусского Полесья привело к тому, что с этих земель нередко поступает некондиционная по радиологическим параметрам сельскохозяйственная продукция: травяные корма, молоко, мясо. Среди загрязненных земель, которые вовлечены в сельскохозяйственное производство, важное место занимают пойменные почвы, обладающие высоким потенциальным плодородием. На части пойменных земель для оптимизации водного режима уже более 20 лет назад были построены польдерные системы (зимние), исключая затопление, и польдеры с регулируемой продолжительностью затопления. Вместе с тем, определенная часть сенокосов и пастбищ располагается на неосушенной пойме, гидрологический режим которой зависит от многих природных факторов: величины и продолжительности атмосфер-

ных осадков и связанных с ними весенних половодий, летне-осенних и зимних паводков, температуры воздуха и почвы.

Факторами природной среды определяются скорость и особенности миграции радионуклидов. Роль почвы, как составной части биогеоценоза, определяется влиянием на скорость и способы включения радионуклидов в биохимические циклы миграции. Свойствами почвы в значительной мере определяется характер закрепления радиоактивных элементов и биологическая доступность растениям, т. е. поступление их в растение и накопление в урожае. Это особенно относится к торфяно-болотным почвам и возделываемым на них многолетним травам, которые способны накапливать в большей степени радионуклиды, чем другие сельскохозяйственные культуры. При этом отдельные виды и сорта многолетних трав накапливают неодинаковое количество радионуклидов.

Интенсивность поступления радионуклидов в растения во многом зависит от режима увлажнения почвы. Вынос их многолетними травами наименьший при изменении от оптимального водообеспечения в сторону иссушения почвы при формировании урожая.

Поступление радионуклидов в растение зависит, наряду с другими факторами, от водного режима почвы. Так, недостаток влаги в отдельные периоды летнего сезона приводит к усилению поглощения питательных элементов, а вместе с ними и радиоизотопов цезия из подпахотного слоя почвы, так как в результате захоронения дернины при перезалужении в этом слое сконцентрирована основная часть радионуклидов.

Очевидно, что дополнительное увлажнение верхнего слоя почвы путем поверхностного затопления травостоев может быть эффективным как с точки зрения повышения урожайности трав, так и содержания радионуклидов в корме. Этот прием осуществлялся в условиях летнего пolderа, где ведущее место в структуре посевов занимают многолетние травы, которые в силу своих биологических особенностей способны в большей степени накапливать нуклиды, чем другие сельскохозяйственные культуры. Радиометрический анализ растительных образцов при различном водном режиме пойменной торфяной почвы выявил неоднозначность влияния условий водного режима на накопление Cs-137 в фитомассе урожая на вариантах опыта без затопления, при затоплении травостоев на 5 суток и подтоплении их на 5 суток.

При возделывании многолетних трав на пойменных землях, загрязненных радионуклидами, нередко наблюдается значительное накопление радиоцезия в травяном корме, получаемом на этих угодьях. Высокий уровень радиоактивного загрязнения луговой растительности обусловлен, в первую очередь, значительной концентрацией нуклидов в дернине, из которой они интенсивно поглощаются базальными частями растений. Следовательно, снижение поступления радионуклидов из почвы в растения может быть достигнуто путем применения различных приемов агротехнического воздействия, одним из которых является способ разделки дернины и обработки почвы при перезалужении травостоев. Для водораздельных местообитаний такие приемы разработаны, но они не учи-

тывают специфику поймы, где особые условия почвообразования могут влиять на характер миграции нуклидов в корнеобитаемом слое почвы и их поведение в звене «почва-растение».

Исследование величины накопления Cs-137 многолетними травами разных лет использования выявило, что в фитомассе травостоев 2-го года жизни, в котором основу ботанического состава представляли кострец безостый и тимофеевка луговая, определялось наименьшее количество радионуклидов, хотя оно несколько превышает РДУ (табл.1).

**Таблица 1. Содержание цезия-137 в разновозрастных травостоях многолетних трав в условиях полевой системы на Припятском почвенно-мелиоративном стационаре, Бк/кг**

Место отбора проб	Вид пробы	Активность пробы	Содержание цезия, РДУ-1999 г.	Отклонение от РДУ
2005 г.				
Травы 2-го года жизни (чек 10)	Зеленая масса	252,1±63,0	165,0	+ 87,1
Травы 14-го года жизни (чек 2)	То же	312,2±78,0	165,0	+147,2
Травы 23-го года жизни (чек 11)	»	3504,7±700,9	165,0	+3339,7
Травы 23-го года жизни (чек 12)	Сено	5114,0±127,8	1300	+3814,0
2006 г.				
Травы 3-го года жизни (чек 10)	Зеленая масса	692,6	165,0	+ 527,6
Травы 15-го года жизни (чек 2)	То же	385,2	165,0	+ 220,2
Травы 24-го года жизни (чек 11)	»	3093,5	165,0	+ 2928,5
Травы 24-го года жизни (чек 12)	»	1736,6	165,0	+ 1571,6

На варианте при летнем затоплении травостоев 14 года жизни в зеленой массе урожая накопление Cs-137 было почти в 2 раза выше нормы РДУ 2003 г.

Накопление Cs-137 многолетними травами 23 года жизни, в травостое которых основную массу составляли осоки с примесью злаковых трав и разнотравья, составило 3504, 7 Бк/кг (в зеленой массе) и 5114,0 Бк/кг (сено), что в 21,2 раза превышает допустимую норму для зеленой массы и в 3,9 раза для сена. Необходимо отметить, что травостои 23 года жизни формировались на почве без перезалужения с 1981 г., т.е. посев многолетних травосмесей происходил до аварии на Чернобыльской АЭС.

Использование травостоев костреца безостого при внесении на пойменную торфяную почву не только фосфора и калия, но и азота выявило влияние дозы азотных удобрений на снижение поступления Cs-137 в продукцию (табл. 2), хотя их величины были не всегда однозначны по вариантам опыта.

Проблемы в дальнейшем могут быть сняты в целом, если руководствоваться предельно допустимым содержанием радионуклидов в кормах при расчете рационов питания крупного рогатого скота (табл. 3).

Коэффициенты перехода радионуклидов из корма в молоко и мясо представлены в табл. 4. В пастбищный период концентрация Cs-137 в зеленой массе трав не должна превышать 185, Sr-90 – 375 Бк/кг.

**Таблица 2. Влияние минеральных удобрений на содержание цезия-137 в чистых посевах костреца безостого при 2 и 3-укосном использовании, 2005 г.**

Удобрения	Содержание цезия-137	
	2-й укос	3-й укос
Двухукосное использование		
P <sub>45</sub> K <sub>120</sub>	711,7±175,7	-
N <sub>90</sub> P <sub>45</sub> K <sub>120</sub>	537,5±135,0	-
N <sub>180</sub> P <sub>45</sub> K <sub>120</sub>	383,5±113,2	-
Трехукосное использование		
P <sub>45</sub> K <sub>120</sub>	390,9±117,0	289,7±121,4
N <sub>90</sub> P <sub>45</sub> K <sub>120</sub>	338,1±99,1	208,1±100,6
N <sub>180</sub> P <sub>45</sub> K <sub>120</sub>	453,0±124,4	732,5±286,2

**Таблица 3. Предельно допустимое содержание радионуклидов в примерном рационе для коров с удоем 10 кг/сут.**

Наименование корма	Масса, кг	Содержание Cs-137, Бк/кг	Всего Cs-137, Бк/сут.	Содержание Sr-90, Бк/кг	Всего Sr-90, Бк/сут.
Сено	3	1480	4440	260	780
Солома	2	370	740	185	370
Силос сеяных трав	6	300	1800	50	300
Свекла кормовая	10	200	2000	37	370
Силос кукурузный	5	300	1500	50	250
Концентраты	3	200	600	100	300
Итого:			11040		2370

**Таблица 4. Переход радионуклидов из кормов в молоко и мясо из суточного рациона (в % на 1 кг продукта)**

Вид продукции	Радионуклиды	
	цезий-137	стронций-90
Молоко коровье	0,62	0,14
в т.ч. стойловый период	0,48	0,14
пастбищный период	0,74	0,14
Говядина	4	0,04
Свинина	25	0,10

### Выводы

1. Экспериментальными исследованиями установлено, что без проведения агро-мелиоративных мероприятий на основных типах почв Белорусского Полесья невозможно получение цельного молока, отвечающего РДУ-99, вследствие высоких размеров перехода Cs-137 из почвы в растения. Применение минеральных удобрений снижает поступление Cs-137 в луговую растительность в 4-6 раз на торфяно-болотных почвах региона. При этом внесение удобрений должно носить оптимизированный характер, так как несбалансированное их использование может явиться причиной увеличения содержания Cs-137 в продукции растениеводства.

2. Уровни грунтовых вод, наряду с использованием минеральных удобрений, являются важнейшим фактором, позволяющим регулировать поступление радиоактивных веществ в сельскохозяйственную продукцию. Поэтому одной из наиболее значимых защитных мер в Полесском регионе, в котором преобладают сочетания аллювиальных дерновых и торфяно-болотных почв, подстилаемых песками, часто выходящими на поверхность и являющимися основным объектом мелиорации в гумидной зоне, является регулирование водного режима. Сочетание оперативного управления положением уровней грунтовых вод и внесения сбалансированных доз минеральных удобрений позволяет снизить содержание радионуклидов в травостое многолетних трав в 6-11 раз.

#### **Литература**

1. Агеец В.Ю. Система радиологических контролей в агрофосфере Беларуси. – Мн. – 2001. – 250 с.
2. Веренич А.Ф., Медведский А.И., Домнич А.Ф., Бобровский Н.А. Влияние режима поемности и минерального питания на миграцию радионуклидов на аллювиальной торфяной почве и накопление их злаковыми травостоями пойменного луга. – Мн. – 2001. – С. 290-292.
3. Судас А.С., Зайцев А.А. Особенности поведения радионуклидов Cs-137 и Sr-90 на осушенных землях Брестской области. – Мн. – 2001. – 416 с.

#### **Summary**

***Verenich A., Bobrovsky N., Zaitsev A., Shashko L. Influence of the Mineral Fertilizer Doses and Water Relationships of the Bottomland Peat Soil on Accumulation of Radioactive Nuclides by Permanent Grasses***

The researches made at the Pripjat soil-reclamation stationary showed that without soil-conservation measures it is impossible to reduce accumulation of Cs-137 by permanent grasses at the bottomland peat soil of the Belarusian Polesje. The plant growing products raised on these lands, depending on the conditions of water relationships, level of inorganic nutrition, especially nitrogen, not always under the RDU requirements, may be fit to utilization as the fodder. The day-to-day management of the water table and application of the inorganic fertilizer balanced doses allow to reduce the contents of radioactive nuclides in the permanent grass herbage of the Polesje regions to 6-11 times.

*Поступила 27 ноября 2006 г.*